

以下の例題を Fortran もしくは C 言語を用いてプログラム化せよ。

### ファイル入出力

(15) 配布資料のページに載せてある matrixa.dat と matrixb.dat から 3 x 3 行列をそれぞれ amat, bmat として読み込み、それらの行列の積をファイル matrixc.dat に出力

- ・ matrixa.dat と matrixb.dat をダウンロードして計算物理学2のディレクトリに移動
- ・ テキストファイルのファイルの中身を確認するには cat コマンド

```
$ cat matrixa.dat
```

```
1.000 2.000 3.000
```

```
-1.000 1.000 2.000
```

```
2.000 1.000 -2.000
```

```
$ cat matrixb.dat
```

```
-1.9000 2.0000 2.0000
```

```
5.0000 -4.9000 -5.0000
```

```
-7.0000 7.0000 7.1000
```

とするとファイルの中身が表示される。ファイルサイズが大きすぎて一画面に収まらないような場合は less コマンドを使う。

```
$ less matrixa.dat
```

十字キーで順に表示できる。less を終了する場合は q とタイプ。

- ・ matrixc.dat ファイルが作成されたかどうかはプログラムを実行したあとに ls コマンドで確認、cat コマンドでファイルの中身を確認する。

- ・ emacs で開いても構わないが、ファイルの編集をせず表示するだけの場合は cat や less を使うことが多い。

### グラフ作成

(16) x が 0 から 10 まで 0.1 刻みで  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$  を ex16data.dat ファイルに出力。

一番上の行に

x が 0.0 のときの  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$

x が 0.1 のときの  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$

x が 0.2 のときの  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$

x が 0.3 のときの  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$

...

x が 10.0 のときの  $x$ ,  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$

というように一行に4つの数字を、x が 0 から 10 まで 0.1 刻みで(およそ 100 行程度)出力。cat や less コマンドで作成された ex16data.dat ファイルの中身を確認したあと、gnuplot を用いてこのファイルを読み込んで  $\exp(-x/2)$ ,  $(\sin 3x)\exp(-x/2)$ ,  $(\cos 3x)\exp(-x/2)$ の曲線を一枚のグラフに表示。

(17) ロジスティック写像は

$$x_{i+1} = ax_i(1 - x_i)$$

で与えられる。初期値  $x_1$  は 0 から 1 の間の適当な値とする。

パラメータ a の値を 1 から 4 までの間を 0.001 刻みで変え、各 a の値において、 $x_{500}$  から  $x_{600}$  までの値を

```
a      x500
a      x501
...
a      x600
a+0.001 x500
a+0.001 x501
...
a+0.001 x600
a+0.002 x500
...
```

として logistic.dat ファイルに出力。gnuplot で横軸 a、縦軸は  $x_i$  としてプロット(分岐図)ファイルサイズが大きくなるため、描画に時間がかかることがある。プロットするときはデータを線で結ばず サイズの小さい丸(pointtype 7 pointsize 0.1)を用いた plot "logistic.dat" using 1:2 with points pointtype 7 pointsize 0.1 を使う。

a が 3.5 付近にフラクタル構造が見えるがこの領域を拡大してみる。点数が足りない場合は領域を区切って刻みを小さくしてプロットする(例えば 3.568 から 3.571 までを  $10^{-7}$  刻みで見る)カオスはどのあたりから始まっているか。

(18)  $\sin x$  の  $x=0$  でのテーラー展開を 1 次から 11 次まで行い、組み込み関数で計算した  $\text{SIN}(x)$  とテーラー展開したものをグラフに表示。  $x$  がどのあたりまで近似が良いかを示す。ただし  $\sin x$  の  $x=0$  でのテーラー展開は

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots$$

で与えられる。